

1

TRANSLATION FROM JAPANESE

- 2 (19) JAPANESE PATENT OFFICE (JP)
3 (11) Unexamined Patent Application (Kokai) No. 63-13334 [i.e., 1988-13334]
4 (12) Unexamined Patent Gazette (A)

5 Classification Internal Office
6 (51) Int Cl⁴: Symbols: Registration Nos.:
7
8 H 01 L 21/302 F-8223-5F
9 21/205 7739-5F

- 10
11 (43) Disclosure Date: January 20, 1988
12 Request for Examination: Not yet submitted
13 Number of Claims/Inventions: 1
14 (Total of 5 pages [in original])

- 15 _____
16 (54) Title of the Invention: Dry Etching Method

- 17 (21) Application No. 61-156100 [i.e., 1986-156100]
18 (22) Filing Date: July 4, 1986
19 (72) Inventor: Kazunori Tsujimoto C/o Hitachi Co., Ltd., Central Laboratory, 1-chome, 280-banchi,
20 Higashi-koi-ga-kubo, Kokubu City, Tokyo
21 (72) Inventor: Shinichi Taji C/o Hitachi Co., Ltd., Central Laboratory, 1-chome, 280-banchi,
22 Higashi-koi-ga-kubo, Kokubu City, Tokyo
23 (72) Inventor: Sadanori Okudaira C/o Hitachi Co., Ltd., Central Laboratory, 1-chome, 280-banchi,
24 Higashi-koi-ga-kubo, Kokubu City, Tokyo
25 (72) Inventor: Ken Nimiya C/o Hitachi Co., Ltd., Central Laboratory, 1-chome, 280-banchi,
26 Higashi-koi-ga-kubo, Kokubu City, Tokyo
27 (71) Applicant: Hitachi Co., Ltd. 4-chome, 6-banchi, Kanda-surugadai, Chiyoda-ku, Tokyo
28 (74) Agent: Junnosuke Nakamura, Patent Attorney
29 Continued on last page

SPECIFICATION

1

2 1. Title of the Invention

3 Dry Etching Method

4 2. WHAT IS CLAIMED IS:

5 1. A dry etching method characterized the fact that a gas containing halogen inside a vacuum
6 chamber and a gas which causes a thin film to be formed on a surface of a material to be processed are
7 alternately guided over time, chemical processing is done in the guided gas or an excited gas plasma and a
8 thin film is formed on a surface of a material to be processed; and in this method, the gas which causes said
9 thin film to be formed is either one or else two or more types of a carbon compound based gas, an oxygen
10 compound based gas and a silicon compound based base.

11 2. A dry etching method recited in Claim 1 of the Specification which is characterized by the fact
12 that said carbon compound based gas is one of CCl_4 (tetrachloromethane), CH_2F (fluoromethane), CH_2F_2 ,
13 (difluoromethane), C_2F_6 (hexafluoroethane), C_2F_8 (perfluoropropane), C_4F_8 [subscript illegible]
14 (perfluorobutylene), CH_4 (methane), C_2H_4 (ethylene), CClF_3 (chlorotrifluoromethane), CCl_2F_2 ,
15 (dichlorodifluoromethane), $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_3$ (trichlorotrifluoroethane), $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_4$ (dichlorotetrafluoroethane), and $\text{C}_2\text{Cl}_2\text{F}_5$,
16 (chloropentafluoroethane); said oxygen compound based gas is one of O_2 (oxygen) and H_2O (water vapor);
17 and said silicon compound based gas is one of SiH_4 (silane), Si_2H_6 (disilane), SiH_2Cl_2 (dichlorosilane), SiHCl_3 ,
18 (trichlorosilane), SiCl_4 (tetrachlorosilane) and tetrafluorosilane (SiF_4). [Note: many of the formulas
19 throughout the patent copy have illegible subscripts; whenever possible, the subscript numerals were
20 reconstructed from the spelled out chemical name or context.]

21 3. Detailed Description of the Invention

22 [Field of Industrial Utilization]

23 The present invention relates to a dry etching method, and in particular relates to a dry etching
24 method which is favorable for preventing side etching when a thin film is formed on the surface of a material.

25 [Prior Art]

26 For a method to provide improvement in the dimension precision in dry etching, there was a
27 conventional method where two or more types of gases are simultaneously guided into a vacuum chamber

1 such as is recited in pages 235 to 242 in Solid State Technology, 1984. More specifically, there was a method
2 where the control of the etching form, particularly the control of the side etching, was performed when
3 forming a gate (also referred to as a polycide gate) comprising a two-layer film of W (tungsten) silicide and
4 polysilicon in a plasma of a mixed gas of the two types SF₆ (sulfur hexafluoride) and C₂ClF₅ (a type of
5 hydrocarbon fluorochloro substitute whose chemical name is chloropentafluoroethane and which is referred
6 to by its trademark name freon-115) with dry etching. Etching is possible with either W silicide or polysilicon
7 in a SF₆ single gas plasma; however, there was a drawback in that the amount of side etching was extremely
8 large with a single gas. Thus, in the example cited above, C₂ClF₅ was used as a mixed gas to control side
9 etching, and by optimizing the ratio of SF₆ and C₂ClF₅, the amount of side etching of the W silicide or
10 polysilicon was decreased. The reason for the decrease in the amount of side etching in this case is believed to
11 be that carbon compound based polymers are readily produced in a C₂ClF₅ plasma gas, so [sic] these
12 polymers adhere to the side walls of the pattern, working as a side wall protective film that prevents side
13 etching.

14 [Problems the Invention are Intended to Solve]

15 However, etching using a gas mixture method such as that mentioned above has problems such as
16 the following. First, the plasma reactions due to the two types of gas proceed simultaneously, so the reactions
17 are complex and difficult to control. Accordingly, time is required to optimize the etching conditions. Second,
18 there is the problem that due to the mutual interactions of the two types of gases, adverse effects commonly
19 occur such as a drop in the selectivity and etching rate compared to the case of a single etching gas.

20 The object of the present invention is to offer a high precision dry etching method by which it is
21 possible to decrease side etching and which solves problems such as those mentioned above.

22 [Means to Solve the Problems]

23 Said object is achieved by using a dry etching method in which a gas is used containing either one or
24 else two or more types of carbon compound based gases, oxygen compound based gases and silicon
25 compound based gases as gases to cause a thin film to form on the surface of a material to be processed, this
26 and a gas containing halogen element are alternately supplied in time allocations inside a vacuum processing
27 chamber, and the surface of the material to be processed is chemically processed with the gas plasmas.

28 More specifically, an etching gas such as SF₆, for example, and a gas used for polymer film
29 formation such as CCl₄ (tetrachloromethane), for example, are alternately supplied inside a vacuum

1 processing chamber and changed into a plasma, and etching using the SF₆ plasma and formation of a polymer
2 film on the surface of the film to be processed using CCl₄ plasma are performed alternately.

3 In order to exchange the gases with good efficiency in a short time, a pump with a fast exhaust rate
4 is favorable. Of course, even if the exhaust rate of the pump is slow, a method is possible wherein when the
5 gases are exchanged, the plasma discharge is stopped once, the gases are substituted, and discharge is begun
6 again, but such a case is inexpedient because the etching time becomes remarkably long. Rather than an
7 excitation etching device with a high RF (radio frequency) and a processing gas pressure of some tens to
8 some hundreds of mTorr, a microwave excited plasma etching device with a small gas processing pressure of
9 around 10⁻⁴ to 10⁻³ Torr is more appropriate as an etching device. The reason for that is that etching and
10 plasma discharge can be performed stably with a low gas pressure, and the exchange of gases can be
11 performed in a short time, within several seconds at the most.

12 [Effects]

13 By using the above method, anisotropic etching can be achieved in which the amount of side etching
14 is small due to the following reason. A carbon based polymer film is formed on the surface of the material to
15 be processed which is exposed to CCl₄ plasma. Next, when the gas is switched from CCl₄ to SF₆, the etching
16 begins, but the polymer film is removed from only the flat portions of the material to be processed that is
17 irradiated with ions, and etching proceeds in the depth direction. Ions do not readily irradiate on the side wall
18 of a pattern, so a deposited polymer film remains during the etching cycle, working as a side wall protective
19 film that prevents side etching in the side wall of the pattern. By repeating such a polymer deposit film
20 formation cycle and etching cycle several times for a short period each time, anisotropic etching can be
21 achieved with a small amount of side etching.

22 [Embodiments of the Invention]

23 Embodiments of the present invention are described below.

24 Embodiment 1

25 Si (silicon) substrate surface etching was performed with a gas chopping method wherein SF₆ is used
26 as an etching gas and CCl₄ is used for pattern side wall protective film formation, and the gases are supplied
27 alternately with time allocations. A microwave plasma etching device indicated in Fig. 1 was used as an
28 etching device. In Fig. 1, 1 indicates a microwave oscillator; 2 indicates a power source for the microwave
29 oscillator; 3 indicates a wave guide tube; 4 indicates a discharge tube; 5 indicates an electromagnet; 6

1 indicates a vacuum chamber; 7 indicates piping, 8 indicates a gas flow volume adjustment valve; 9 indicates a
2 tank comprising the gas source; 10 indicates a sample; 11 indicates a sample plate; 12 indicates a permanent
3 magnet for forming a mirror magnetic field with electromagnet 5; and 13 indicates a controller. All gas flow
4 volumes were 10 to 20 cc/min, and the discharge pressure was made 1×10^{-3} to 3×10^{-3} Torr. SF₆ and CCl₄
5 were supplied alternately to the processing chamber in 10-second intervals and changed to plasma; Si etching
6 using the SF₆ plasma and depositing of the carbon compound film onto the Si surface by the CCl₄ plasma
7 were repeated. In order to remove the deposited film on the flat portions in a short time, 5-second RF bias
8 was applied to the sample in the SF₆ cycles.

9 Fig. 2 indicates the results of controlling the side etching. Compared to the case of etching with only
10 SF₆, the amount of side etching was extremely small in the case of gas chopping wherein SF₆ and CCl₄ were
11 supplied alternately. It was verified using XPS (X-ray photoelectron spectroscopy) analysis that film whose
12 main components were C and Cl was formed on the Si surface in the CCl₄ plasma. The amount of side
13 etching was decreased to one-fifth or less, as indicated in Fig. 2, by the deposited film protecting the side
14 walls of the Si pattern during etching.

15 It was found that forming a carbon compound based protective film is possible with CH₃F
16 (fluoromethane), CH₂F₂ (difluoromethane), C₂F₆ (hexafluoroethane), C₃F₈ (perfluoropropane), C_nF_m [subscript
17 illegible] (perfluorobutylene), CH₄ (methane), C₂H₄ (ethylene), CClF₃ (chlorotrifluoromethane), CCl₂F₂
18 (dichlorodifluoromethane), C₂Cl₂F₃ (trichlorotrifluoroethane), C₂Cl₂F₄ (dichlorotetrafluoroethane), and C₂ClF₅
19 (chloropentafluoroethane) as well as CCl₄.

20 Embodiment 2

21 A gas chopping method was carried out using O₂ (oxygen) in place of the CCl₄ in Embodiment 1. In
22 this case, in order for the Si pattern side walls to oxide in the O₂ plasma, the Si oxide film worked as a side
23 wall protective film, and the amount of side etching decreased to 0.05 μm or less. It was found that an oxygen
24 compound based protective film can be formed with H₂O (water) as well as O₂.

25 Embodiment 3

26 A gas chopping method was carried out using a mixed gas of O₂ and SiF₄ (tetrafluorosilane) in place
27 of the CCl₄ in Embodiment 1. The material to be processed was W. A silicon oxide film was formed on the
28 surface of W with a gas plasma mixed of SiF₄ and O₂. It was found that silicon oxide film has an effect of a
29 protective film which decreases side etching. It was found that forming a silicon compound based protective

1 film is possible with Si₂H₆ (disilane), SiH₂Cl₂ (dichlorosilane), SiHCl₃ (trichlorosilane) and SiCl₄,
2 (tetrachlorosilane) as well as SiF₄.

3 In the above Embodiments 1 to 3, a gas chopping method was used wherein a gas for protective film
4 formation and a gas for etching were alternately supplied, but it is possible to form a protective film if the
5 times for supplying the gas for protective film formation and the gas for etching are partially overlapping, in
6 other words, if there are periods where the two types of gas are guided simultaneously. However, in this case,
7 the efficiency of the film formation is lower than in the case of the gas chopping method, and further, the
8 degradation of characteristics such as the etching selectivity and the etching rate was remarkable.

9 The dry etching device used in Embodiments 1 to 3 was a microwave plasma etching device, but the
10 side etch control effects with a gas chopping method are similar with an RF discharge reactive plasma etching
11 device as well. However, in the case of an RF discharge type device, the processing gas pressure is some tens
12 to some hundreds of mTorr higher, so there is a problem in that time is required to exchange the gases. It is
13 necessary to use a method in which the discharge is stopped once at the point of gas switching.

14 In Embodiment 1, Si etching is possible with CCl₄ alone. In this case, when Si is etched, carbon
15 compound may deposit on the Si surface depending on the CCl₄ plasma production conditions. For example,
16 with the gas pressure at 0.5×10^{-4} Torr, etching occurred, and at 5×10^{-3} Torr, film was deposited. By
17 switching these two conditions with time allocations, it was possible to perform anisotropic etching while
18 repeatedly alternating the etching and side wall protective film formation. However, in this case, there was a
19 throughput problem in that the Si etching rate was decreased to approximately one-tenth of that in the case
20 where SF₆ was used as the gas for etching. Also, even with a method wherein a bias applied to the sample was
21 switched to small and large time allocation conditions, it was possible to obtain effects similar to those with
22 the gas pressure switching mentioned above.

23 Further, it was found that when CF₄ (tetrafluoride) was used for the gas for film formation in Al
24 (aluminum) dry etching using BCl₃ (boron trichloride), the aluminum fluoride worked as a protective film
25 that controlled side etching.

26 [Effects of the Invention]

27 As described above, according to the present invention, anisotropy can readily be achieved in dry
28 etching, fine processing precision is improved, and contributions can be made to LSI (large scale integration)

1 and VLSI high integration. It was confirmed that the amount of side etching can be decreased to 0.05 μm or
2 less in silicon or tungsten etching in which the present invention is adopted.

3 1. Brief Description of the Figures

4 Fig. 1 is a drawing showing one example of an etching device used in an embodiment of the method
5 of the present invention; Fig. 2 is a drawing showing the effects of the present invention with the amount of
6 side etching.

7 <Description of the Symbols>

1 microwave oscillator	3 wave guide tube
4 discharge tube	5 electromagnet
6 vacuum chamber	7 piping
8 gas flow volume adjustment valve	9 tank
10 .. sample	11 .. sample plate
12.. permanent magnet	

8

9 Representative Junnosuke Nakamura, Patent Attorney

10

11 [Figures]

12 Fig. 1

13 [2] power source for microwave oscillator

14 [13] controller

15

1 microwave oscillator	8 gas flow volume adjustment valve
3 wave guide tube	9 tank
4 discharge tube	10.. sample
5 electromagnet	11.. sample plate
6 vacuum chamber	12.. permanent magnet
7 piping	

16

17 Fig. 2

18 [x-axis] Etching time (min)

19 [y-axis] Amount of side etching (μm)

- 1 [upper line] Only SF₆ guided
- 2 [lower line] SF₆ and CCl₄ alternately guided

3

4 Continued from page 1

5 (72) Inventor: Keizo Suzuki

C/o Hitachi Co., Ltd., Central Laboratory, 1-chome, 280-banchi,
Higashi-koi-ga-kubo, Kokubu City, Tokyo

6

7 (72) Inventor: Shige Nishimatsu

C/o Hitachi Co., Ltd., Central Laboratory, 1-chome, 280-banchi,
Higashi-koi-ga-kubo, Kokubu City, Tokyo

8

9

④日本国特許庁 (JP) ④特許出願公開
 ④公開特許公報 (A) 昭63-13334

60Int.Cl.
H 01 L 21/302
21/205

識別記号 厅内整理番号
F-8223-5F
7739-5F

④公開 昭和63年(1988)1月20日

審査請求 未請求 発明の数 1 (全5頁)

④発明の名称 ドライエッティング方法

④特 願 昭61-156100

④出 願 昭61(1986)7月4日

④発明者 辻 本 和 典 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

④発明者 田 地 新 一 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

④発明者 奥 平 定 之 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

④発明者 二 宮 雄 健 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

④出願人 株式会社日立製作所 東京都千代田区神田駿河台4丁目6番地

④代理人 弁理士 中村 純之助

最終頁に続く

明細書

1. 発明の名称

ドライエッティング方法

2. 特許請求の範囲

1. 真空室内にハロゲンを含むガスと、被処理材料表面に薄膜を形成させようとするガスとを同時に交互に導入し、導入ガスあるいは露出したガスマクラスマ中で化学処理して被処理材料表面に薄膜を形成するドライエッティング方法において、上記薄膜を形成させようとするガスが、炭素化合物系ガス、酸素化合物系ガス、シリコン化合物系ガスのうちのいずれかもしくは2種以上を含むガスであることを特徴とするドライエッティング方法。

2. 前記炭素化合物系ガスが、C₂H₄ (テトラクロロメタン)、C₂H₂F (フルオロメタン)、C₂H₂F₂ (ジフルオロメタン)、C₂F₆ (ヘサフルオロエタン)、C₃F₈ (バーフルオロブロパン)、C₄F₁₀ (バーフルオロブチレン)。

C₂H₆ (メタン)、C₃H₈ (エチレン)、C₂H₂F₂ (クロロトリフルオロメタン)、C₂H₂F₄ (ジクロロジフルオロメタン)、C₂H₂F₆ (トリクロロトリフルオロエタン)、C₂H₂F₈ (ジクロロテトラフルオロエタン)、C₂H₂F₁₀ (クロロベニタフルオロエタン) のうちのいずれかであり、前記炭素化合物系ガスがO₂ (酸素)、H₂O (水蒸気) のいずれかであり、前記シリコン化合物系ガスが、SiH₄ (シラン)、Si₂H₆ (ジシラン)、SiH₂Cl (ジクロルシラン)、SiH₂Cl₂ (トリクロルシラン)、SiCl₄ (テトラクロロシラン)、SiF₄ (テトラフルオロシラン) のうちのいずれかであることを特徴とする特許請求の範囲第1項に記載のドライエッティング方法。

3. 発明の詳細な説明

(産業上の利用分野)

本発明はドライエッティング方法に係り、特に、材料表面に薄膜を形成する際のサイドエッチを防止するのに適したドライエッティング方法に関する。

特開昭63-13334 (2)

【従来の技術】

ドライエッティングにおいて寸法精度の向上を図る方法には、従来、ソリッド・スタート・テクノロジイ (Solid State Technology), 1984年、第236-242頁に記載のように、2層以上のガス同時に真空室内に導入する方法があった。すなわちW (タンクステン) シリサイドとポリシリコンの2層膜からなるゲート (ポリサイドゲートとも呼ばれる) を、SF₆ (六フッ化イオウ) とC_xF_y (反応水素のフルオルクロロ置換物の一例で化学名はクロロベンタフルオロエタン、商品名フレオナー115と呼ばれるもの) の2層膜の混合ガスのプラズマ中でドライエッティングで形成する際の、エッティング形状の制御、特にサイドエッチの抑制を行っているものがあった。WシリサイドおよびポリシリコンはいずれもSiP_x单体ガスプラズマ中でエッティングが可能であるが、しかし、单体ガスによる場合にはサイドエッチ量が非常に大きくなる欠点があった。そのため、前記引例では、サイドエッチを抑制するための混合ガスとして

C_xF_yを用い、SF₆とC_xF_yとの混合比率を最適化することによって、Wシリサイドおよびポリシリコンのサイドエッチ量を減少させている。この場合にサイドエッチ量が減少する理由は、C_xF_yプラズマガス中で炭素化合物系の混合物が生成しやすいため、この混合物がパターン側壁に付着して、サイドエッチを防止する保護膜として働くためであると考えられる。

【発明が解決しようとする問題】

しかし、上記のようなガス混合法によるエッティングでは、次のような問題点がある。第1に、2種類のガスによるプラズマ反応が同時に進行しているので、反応が複雑で制御し難い。したがって、エッティング条件の最適化にも時間が要する。第2に、2種類のガス相互の反応によって、單純のエッティングガスの混合よりもエッティング速度や選択性が低下する等のへいきを生ずる場合が多いという問題がある。

本発明の目的は、上記のような問題を解決し、サイドエッチを低減することである。高精度の

ドライエッティング方法を提供することにある。

【問題点を解決するための手段】

上記目的は、被処理材料表面に電離を形成させようとするガスとして、炭素化合物系ガス、隕調化合物系ガス、シリコン化合物系ガスのうちのいずれかもしくは2種以上を含むガスを用い、これとハロゲン元素を含むガスとを時分割で交互に真空処理室内に供給し、各々のガスプラズマ中で被処理材料表面を化学処理するドライエッティング方法とすることにより、達成される。

すなわち、例えばSF₆のようなエッティングガスと、例えばC_xF_y (テトラクロロメタン、別名四塩化炭素) のような重合膜形成用のガスとを交互に、真空処理室内に供給してプラズマ化し、SF₆プラズマによるエッティングと、C_xF_yプラズマによる被処理材料表面への重合膜の形成とを交互に行うものである。

ガスの交換を短時間で効率良く行うために、ポンプの排気流量は大きい方が好ましい。もちろん、ポンプの排気速度が小さい場合でも、ガス交換時

に、プラズマ放電を一度止めて、ガスを置換し、その後再び放電するという方法も可能であるが、この場合にはエッティング時間が著しく長くなる不都合がある。エッティング装置としては、処理ガス圧力が數十~数百mTorrと高いRF (高周波) 高周波エッティング装置よりも、ガス処理圧力が10⁻⁴~10⁻⁵ Torr程度と低いマイクロ放電起プラズマエッティング装置の方が適している。その理由は、低いガス圧力で安定にプラズマ放電およびエッティングが行えて、ガスの置換が高々数秒以内の短時間で行えるからである。

【作成】

以上の方針とすることで、次のような理由でサイドエッチ量の少ない異方性エッティングを達成できる。C_xF_yのプラズマにさらされた被処理材料の表面には炭素系化合物が形成される。次に、C_xF_yからSF₆へとガスが入れ替わると、エッティングが始まるが、イオンの照射される被処理材料平面部分のみ、重合膜が除去されて、裏ぞ方向にエッティングが進行する。一方、パターンの側壁

特開昭63-13334 (3)

にはイオンが照射されにくいので、堆積した混合膜はエッチングサイクルの期間残存し、パターン側壁のサイドエッヂを防止する側壁保護膜として働く。このような、重合堆積膜形成サイクルとエッチングサイクルとを短時間ずつ多段回り返すことによって、サイドエッヂ量の少ない異方性エッチングを達成できる。

(実施例)

以下、本発明の実施例を説明する。

実施例1

エッチング用ガスにSF₆を、パターン側壁保護膜形成用にC₂H₄を用いて、時分割で交互にガスを供給するガスチューピング法でSi (シリコン) 基板表面のエッチングを行った。エッチング装置としては、第1図に示すマイクロ波プラズマエッチング装置を用いた。第1図において、1はマイクロ波発振器、2はマイクロ波発振器用電極、3は導波管、4は放電管、5は電磁石、6は真空室、7は配管、8はガス流量調整弁、9はガス瓶となるポンベ、10は試料、11は試料台、12は電源

石5とともにミラー皿を形成するための永久磁石、13はコントローラをそれぞれ示している。ガス流量はいずれも10~20cc/min、放電圧力は $1 \times 10^{-3} \sim 3 \times 10^{-3}$ Torrとした。SF₆、CCl₄を10秒間隔で交互に処理室に供給し、プラズマ化し、SF₆プラズマによるSi表面への酸素化合物膜の堆積をくり返した。SF₆のサイクルでは、水平部分の堆積膜を短時間で除去するために、5秒間RFバイアスを試料に印加した。

第2図にサイドエッヂ抑制効果を示す。SF₆のみでエッチングした場合に比べ、SF₆、CCl₄を交互に供給するガスチューピングの場合の方がサイドエッヂ量が非常に少ない。CCl₄プラズマ中ではSi表面にC、Oを主成分とする膜が形成されていることをX.P.S (X線励起光電子分光) 分析により確認した。この堆積膜がエッチング中に日々パターン側壁を保護することにより、サイドエッヂ量が、第2図に示したように、5分の1以下に減少した。

CCl₄以外に、CH₂F (フルオロメタン)、CH₂F₂ (ジフルオロメタン)、C₂F₆ (ヘキサフルオロエタン)、C₂F₄ (バーフルオロプロパン)、C₂F₆ (バーフルオロブチレン)、CH₄ (メタン)、C₂H₄ (エチレン)、CCl₄F (クロロトリフルオロメタン)、C₂Cl₂F₂ (ジクロロジフルオロメタン)、C₂Cl₂F₄ (トリクロロトリフルオロエタン)、C₂Cl₂F₆ (ジクロロテトラフルオロエタン)、C₂Cl₂F₈ (クロロペンタフルオロエタン)についても酸素化合物系の保護膜の形成が可能であることがわかった。

実施例2

実施例1におけるC₂H₄の代わりにO₂ (酸素) を用いてガスチューピング法を行った。この場合にはSiパターン側壁がO₂プラズマ中で酸化するために、Si酸化膜が側壁保護膜として働く。サイドエッヂ量が0.05μm以下に減少した。O₂以外にH₂ (水素) も酸素化合物系の保護膜を形成できることがわかった。

実施例3

実施例1におけるC₂H₄の代わりにSiF₄ (テトラフルオロシラン) とO₂との混合ガスを用いてガスチューピング法を行った。被処理材料はWであった。SiF₄とO₂との混合ガスプラズマによってW表面に酸化シリコンの膜が形成された。酸化シリコン膜はWのテイドエッヂを保護する保護膜の効果を有することがわかった。SiF₄以外に、SiH₄ (シラン)、Si₂F₅ (ジシラン)、SiH₂O (ジクロルシラン)、SiHCl₃ (トリクロルシラン)、SiCl₄ (テトラクロロシラン)についてもシリコン化合物系の保護膜の形成が可能であることがわかった。

上記実施例1~3では保護膜形成ガスとエッチング用ガスとを交互に供給するガスチューピング法を用いているが、保護膜形成ガスとエッチング用ガスの供給時間が一部オーバーラップしても、いいかえると、2種類のガスが同時に投入される回路が存在しても保護膜形成は可能である。ただし、この場合の回路構成の効率はガスチューピ

特開昭 63-13334 (4)

シグ波の場合よりも低下し、さらにエッティング速度やエッティング因数比等の特性の劣化も察しあつた。

実験例1～3で用いたドライエッティング装置はマイクロ波プラズマエッティング装置であるが、RF放電反応性プラズマエッティング装置でも、ガスショッピング法によるサイドエッチ効率は同様である。ただし、RF放電式の装置の場合には、処理ガス圧力が數十數百mTorrと高いので、ガスの置換後に時間を要する問題がある。ガス引換えの時点で放電を一度停止する方法を用いる必要がある。

実験例1において、 C_2H_2 单独でも S_1 のエッティングは可能である。この場合、 C_2H_2 のプラズマ生成条件によって、 S_1 がエッティングされる場合と、 S_1 表面に炭素化合物が堆積する場合とがある。例えば、ガス圧力が 0.5×10^{-4} Torrではエッティングされ、 5×10^{-4} Torrでは膜が堆積した。これらの2条件を時分割で切換えることにより、エッティングと表面保護層形成を交互にくり返しながら

異方性エッティングを行うことができた。ただし、この場合は、 S_1 エッティング速度が、SF₆をエッティング用ガスとして用いた場合の約1/10に減少し、スループット上に問題があった。また、試料に印加するバイアスを時分割で大小2条件に切換える方法によっても、上記ガス圧力の切換えと同様の効果を得ることができた。

さらに、BCl₃(三氯化ボウ素)を用いたは(アルミニウム)ドライエッティングにおいて、酸形成用ガスにCCl₄(四フッ化炭素)を用いると、フッ化アルミニウムがサイドエッチを抑制する保護膜として働くことがわかった。

【発明の効果】

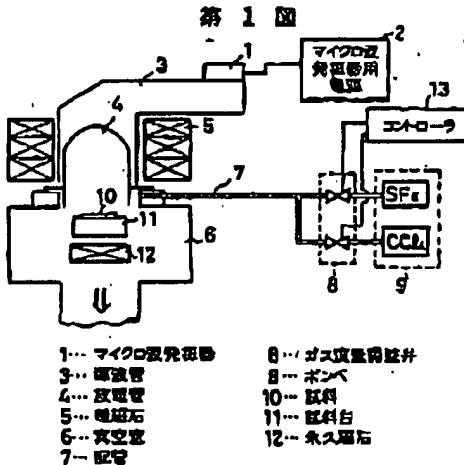
以上説明したように、本発明によれば、ドライエッティングにおける異方性を容易に達成できるようになり、電鍍加工精度が向上し、LSI(大規模積層回路)や超LSI高集成化に寄与することができる。本発明を用いたシリコンおよびチャンクスチンのエッティングにおいて、サイドエッチ量を0.05μm以下に低減できることが確認された。

4. 図版の簡単な説明

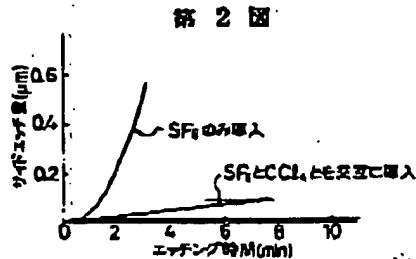
図1図は本発明方法の実施に用いるエッティング装置の一例を示す図、図2図は本発明の効果をサイドエッチ量で示した図である。

【符号の説明】

1…マイクロ波発振器	3…導管
4…放電管	5…電磁石
6…真空室	7…配管
8…ガス流量調整弁	9…ポンベ
10…試料	11…試料台
12…永久磁石	



代理人弁理士 中村 路之助



特開昭63-13334(5)

第1頁の続き

⑦発明者 鈴木 敏三 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内

⑧発明者 西松 広 東京都国分寺市東恋ヶ窪1丁目280番地 株式会社日立製作所中央研究所内